

POTENSI PENYIMPANAN KARBON LAMUN *Enhalus acoroides* DI PULAU BARRANGLOMPO MAKASSAR

Supriadi¹, Richardus F. Kaswadi², Dietrich G. Bengen², Malikusworo Hutomo³

¹ Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³ Pusat Penelitian Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta

ABSTRAK

Pulau Barranglompo Makassar memiliki komunitas lamun yang disusun oleh delapan jenis. Diantara delapan jenis lamun tersebut, *Enhalus acoroides* mempunyai peranan yang cukup penting sebagai penyimpan karbon. Hal ini berkaitan dengan ukuran morfologi yang besar. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kemampuan jenis lamun *E. acoroides* untuk menyimpan karbon pada jaringan hidupnya. Penelitian dilakukan selama setahun, yang terbagi ke dalam empat periode berdasarkan curah hujan. Beberapa tahapan dilakukan pada penelitian yaitu sampling kerapatan lamun yang dilakukan terhadap 238 titik yang tersebar di areal padang lamun, penentuan konsentrasi karbon pada jaringan lamun (daun, akar dan rhizoma), konversi penyimpanan karbon dari kerapatan lamun, pembuatan peta dan perhitungan luas penyimpanan karbon dengan menggunakan surfer 9.0 dan arc view 3.3. Penelitian menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi karbon pada akar adalah $35,02 \pm 1,71\%$, rhizoma $38,59 \pm 0,88\%$ dan daun $37,49 \pm 0,85\%$. Rata-rata penyimpanan karbon lamun per tunas mencapai 1,406 gC/tunas. Total penyimpanan karbon komunitas lamun *E. acoroides* di Pulau Barranglompo berfluktuasi berdasarkan periode terutama simpanan karbon di atas substrat. Rata-rata simpanan karbon mencapai 52,06 ton, sebagian besar disimpan di bawah substrat. Kemampuan menyimpan karbon yang besar di bawah substrat merupakan kunci peran lamun dalam mendeposisi karbon dalam konteks penyerapan karbon dan pemanasan global.

Kata kunci : simpanan karbon, lamun, *Enhalus acoroides*, Barranglompo, pemanasan global

PENGANTAR

Salah satu ekosistem yang penting di Pulau Barranglompo Makassar adalah padang lamun. Ekosistem ini mempunyai beberapa peran, baik secara ekologis maupun ekonomis. Padang lamun dapat melindungi pantai dari gerusan ombak, sebagai tempat berlindung, mencari makan dan memijah berbagai macam organisme. Selain manfaat tersebut, dalam beberapa tahun terakhir ini peran padang lamun sebagai salah satu penyerap emisi karbon di perairan laut mulai didiskusikan (Duarte, *et al.*, 2005, 2011; Kiswara dan Ulumuddin, 2009; Nellesmann, *et al.*, 2009; Kiswara, 2010). Sebelumnya, fokus perhatian para pakar hanya tertuju pada peran vegetasi darat sebagai penyerap karbon seperti hutan dan perkebunan (Ulumuddin, *et al.*, 2005; Aminudin, 2008), dan mengabaikan peran ekosistem pesisir. Pengabaian ini kemungkinan sebagai akibat terbatasnya vegetasi pesisir yang hanya kurang dari 2% dari permukaan lautan (Duarte, *et al.*, 2005).

Salah satu bentuk perhatian dari para pakar adalah diperkenalkannya konsep *blue carbon* yang dirilis atas kerjasama antara UNEP, FAO dan UNESCO pada akhir tahun 2009.

Konsep tersebut dilandasi oleh keyakinan adanya kemampuan ketiga ekosistem laut (mangrove, lamun dan rawa asin) dalam menjaga keseimbangan penyerapan dan pengurangan emisi karbon (Nellemann, *et al.*, 2009; Silva, *et. al.*, 2009). Sebagai salah satu komponen ekosistem pesisir, keberadaan ekosistem lamun sangat penting bagi siklus karbon di zona ini (Kennedy *et al.*, 2010).

Hasil penyerapan karbon oleh lamun pada proses fotosintesis disimpan atau dialirkan ke beberapa kompartemen, salah satunya adalah dalam bentuk biomassa, baik di atas maupun di bawah substrat. Penyimpanan karbon pada biomassa, terutama bagian bawah substrat membuat peran lamun bertambah penting karena akan tersimpan dalam jangka waktu yang lama (Kiswara & Ulumuddin, 2009).

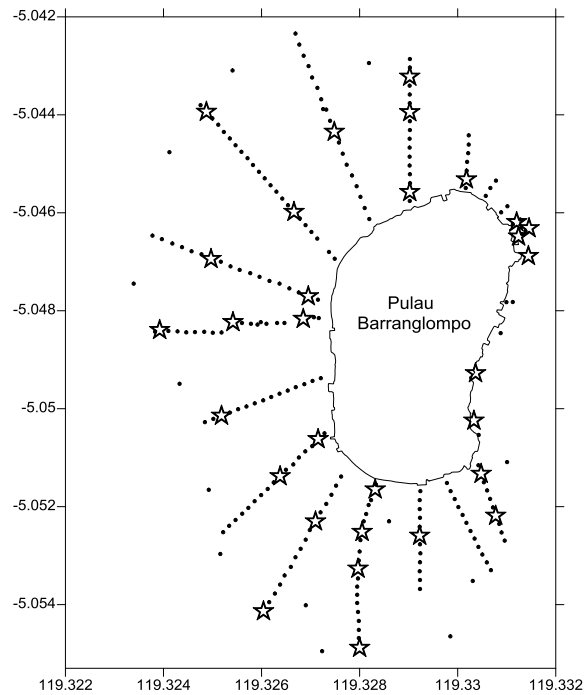
Pulau Barranglompo mempunyai delapan jenis lamun, dimana diantara delapan jenis tersebut, *E. acoroides* merupakan salah satu jenis lamun yang sangat penting (Supriadi, *et al.*, 2012a; 2012b). Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian untuk melihat kemampuan lamun *E. acoroides* dalam menimbun karbon pada jaringannya, baik pada daun (di atas substrat) maupun di akar dan rhizoma (di bawah substrat). Sampling hanya dilakukan terhadap lamun yang tumbuh di rata-rata terumbu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Pulau Barranglompo Makassar selama satu tahun, dari bulan Desember 2010 sampai November 2011. Sampling dilakukan sebanyak empat kali yaitu :

- Periode 1 : bulan Desember 2010-Januari 2011
- Periode 2 : bulan April-Mei 2011
- Periode 3 : bulan Juli-Agustus 2011
- Periode 4 : bulan Oktober-November 2011

Total stok karbon diketahui dengan menggunakan pendekatan hubungan antara kerapatan, biomassa dan konsentrasi karbon jaringan lamun. Sampling kerapatan dilakukan dengan metode transek kuadrat berukuran 50 cm x 50 cm yang dilakukan secara sistematis setiap 20 meter dari pantai ke arah luar. Jumlah titik sampling kerapatan lamun sebanyak 238 titik yang tersebar di padang lamun, dimana pada 30 titik diantaranya juga dilakukan sampling biomassa (Gambar 1).



Gambar 1. Titik sampling kerapatan dan biomassa lamun. Tanda titik menunjukkan titik sampling kerapatan, sedangkan tanda bintang menunjukkan titik sampling kerapatan + biomassa.

Sampling biomassa dilakukan dengan mencuplik lamun pada transek berukuran 20 cm x 20 cm sampai pada kedalaman penetrasi akar. Lamun yang telah dicuplik dibersihkan dari substrat dan dimasukkan ke kantong sampel untuk dibawa ke laboratorium. Sampel kemudian dipisah menurut jenis dan bagian lamun (daun, rhizoma dan akar), dibersihkan, dihitung jumlah tegakan, dikeringkan dengan oven dan ditimbang beratnya. Biomassa per tegakan lamun dapat diketahui dengan membagi berat total setiap sampel dengan jumlah tegakannya. Hubungan antara kerapatan dan biomassa lamun digunakan untuk memprediksi biomassa lamun pada semua titik sampling kepadatan. Sampling kerapatan dan biomassa lamun dilakukan setiap periode.

Biomassa dikonversi menjadi karbon organik berdasarkan nilai rasio antara keduanya setelah dilakukan analisis kandungan karbon. Analisis karbon masing-masing jenis dan bagian lamun yang diambil dari empat sisi pulau dilakukan berdasarkan metode Walkley dan Black (Sulaeman, *et al.*, 2005).

Stok karbon pada masing-masing titik sampling dijadikan dasar untuk menggambar peta karbon dengan menggunakan surfer versi 9.0. Beberapa kelas stok karbon dibuat berdasarkan data yang didapatkan di lapangan untuk memudahkan perhitungan. Rata-rata stok karbon dan luas masing-masing kelas dihitung. Luas dihitung dengan menggunakan ArcView GIS 3.3.

Total stok karbon lamun dihitung dengan menggunakan formula :

$$C_t = \sum (L_i \times c_i)$$

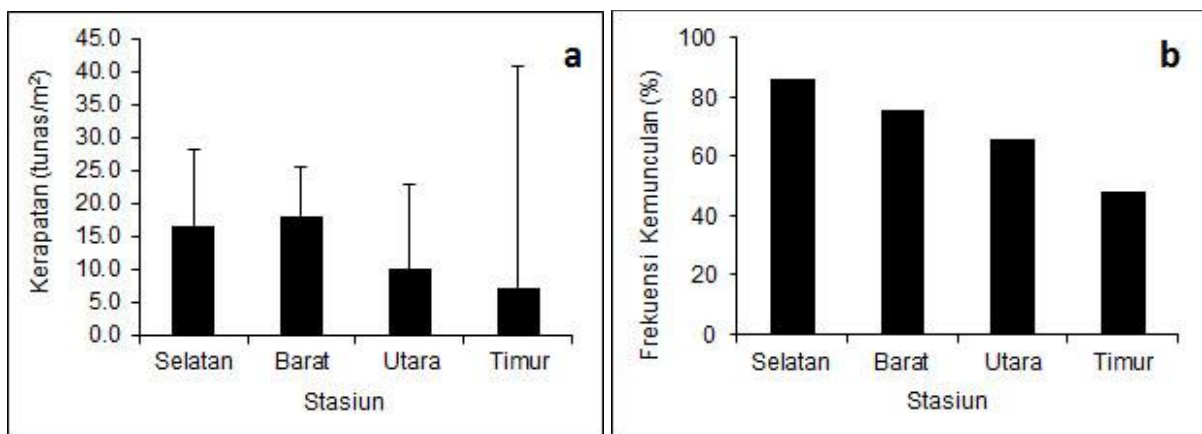
dimana : C_t = karbon total (ton); L_i = luas padang lamun kelas i (m^2); c_i = stok karbon lamun kelas i (ton/m^2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran, Kerapatan dan Frekuensi Kemunculan

Sebaran lamun di Pulau Barranglombo ditemukan pada semua sisi pulau, namun pada sisi timur ditemukan pada area yang relatif terbatas. Berdasarkan estimasi yang dilakukan, luas sebaran lamun jenis *E. acoroides* di Pulau Barranglombo mencapai 58,05 ha. Sementara total luas padang lamun mencapai 64,34 ha (Supriadi, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa sebaran *E. acoroides* cukup luas, mencapai 90,2% dari total luas padang lamun. Pada sisi timur, lamun umumnya hanya ditemukan tumbuh dekat garis pantai dengan kerapatan yang relatif rendah.

Rata-rata kerapatan tertinggi ditemukan pada sisi barat sebesar $18,2 \pm 7,3$ tunas/ m^2 dan terendah pada sisi timur sebesar $7,3 \pm 33,5$ tunas/ m^2 (Gambar 2). Menurut Supriadi, *et al.* (2012a), sebaran *E. acoroides* didominasi oleh kategori kerapatan rendah yang menyebar pada semua sisi pulau. Kerapatan sedang ditemukan menyebar dari sisi utara sampai selatan, namun tidak ditemukan di sisi timur. Kerapatan tinggi hanya ditemukan pada sisi barat dekat garis pantai dengan luasan yang sempit. Sementara frekuensi kemunculan rata-rata ditemukan sebesar 72,7% (ditemukan pada 173 transek dari total 238 transek). Frekuensi kemunculan tertinggi ditemukan pada sisi selatan (86,2%) dan terendah pada sisi timur (48,3%) (Gambar 2).



Gambar 2. Rata-rata kerapatan (tunas/ m^2) dan frekuensi kemunculan (%) lamun *E. acoroides* di Pulau Barranglombo

Konsentrasi Karbon Jaringan Lamun

Konsentrasi karbon jaringan lamun *E. acoroides* menunjukkan adanya variasi. Konsentrasi karbon pada akar lebih rendah dan berbeda nyata dibanding konsentrasi karbon pada jaringan rhizoma dan daun ($P < 0,05$). Sementara konsentrasi karbon antara rhizoma dan daun relatif sama ($P > 0,05$) (Tabel 1). Lee, *et al.* (2007) mengemukakan bahwa konsentrasi karbon pada jaringan lamun berkisar 30-40% dari berat kering.

Tabel 1. Konsentrasi karbon jaringan lamun *E. acoroides* di Pulau Barranglompo

Jaringan	Konsentrasi Karbon (% dari berat kering)
Akar	$35,02 \pm 1,71^a$
Rhizoma	$38,59 \pm 0,88^b$
Daun	$37,49 \pm 0,85^b$

Konsentrasi karbon jaringan yang ditemukan pada penelitian ini lebih rendah dibanding yang ditemukan oleh Kiswara (2010) di Pulau Pari, namun lebih tinggi dibanding konsentrasi karbon yang ditemukan oleh Vonk, *et al.* (2008a, 2008b) di Pulau Bone Batang.

Simpanan Karbon

Sebagian besar karbon pada jaringan hidup lamun di Pulau Barranglompo tersimpan di bawah substrat yang mencapai 81,9% dari total karbon. Total simpanan karbon jaringan lamun mencapai 52,06 ton (Tabel 2). Jaringan lamun di bawah substrat menyimpan sebanyak 42,65 ton karbon, sementara di atas substrat sebesar 9,41 ton karbon (Tabel 3 dan Tabel 4).

Tabel 2. Total simpanan karbon lamun di Pulau Barranglompo

Kategori Kisaran Simpanan Karbon	Luas	Rata-rata Simpanan Karbon (gC/m ²)	Total Simpanan Karbon (ton)
< 100 gC/m ²	35,43	29,091	10,31
100 - <200 gC/m ²	16,21	152,073	24,65
200 - < 300 gC/m ²	5,68	253,503	14,40
300 - < 400 gC/m ²	0,70	369,060	2,60
≤ 400 gC/m ²	0,02	472,353	0,10
Total	58,048		52,06

Tabel 3. Simpanan karbon lamun di bawah substrat di Pulau Barranglompo

Kategori Kisaran Simpanan Karbon	Luas	Rata-rata Simpanan Karbon (gC/m ²)	Total Simpanan Karbon (ton)
< 75 gC/m ²	33,18	20,614	6,84
75 - <150 gC/m ²	15,91	108,029	17,19
150 - < 225 gC/m ²	7,22	191,555	13,84
225 - < 300 gC/m ²	1,49	262,364	3,91
≤ 300 gC/m ²	0,24	358,628	0,87
Total	58,048		42,65

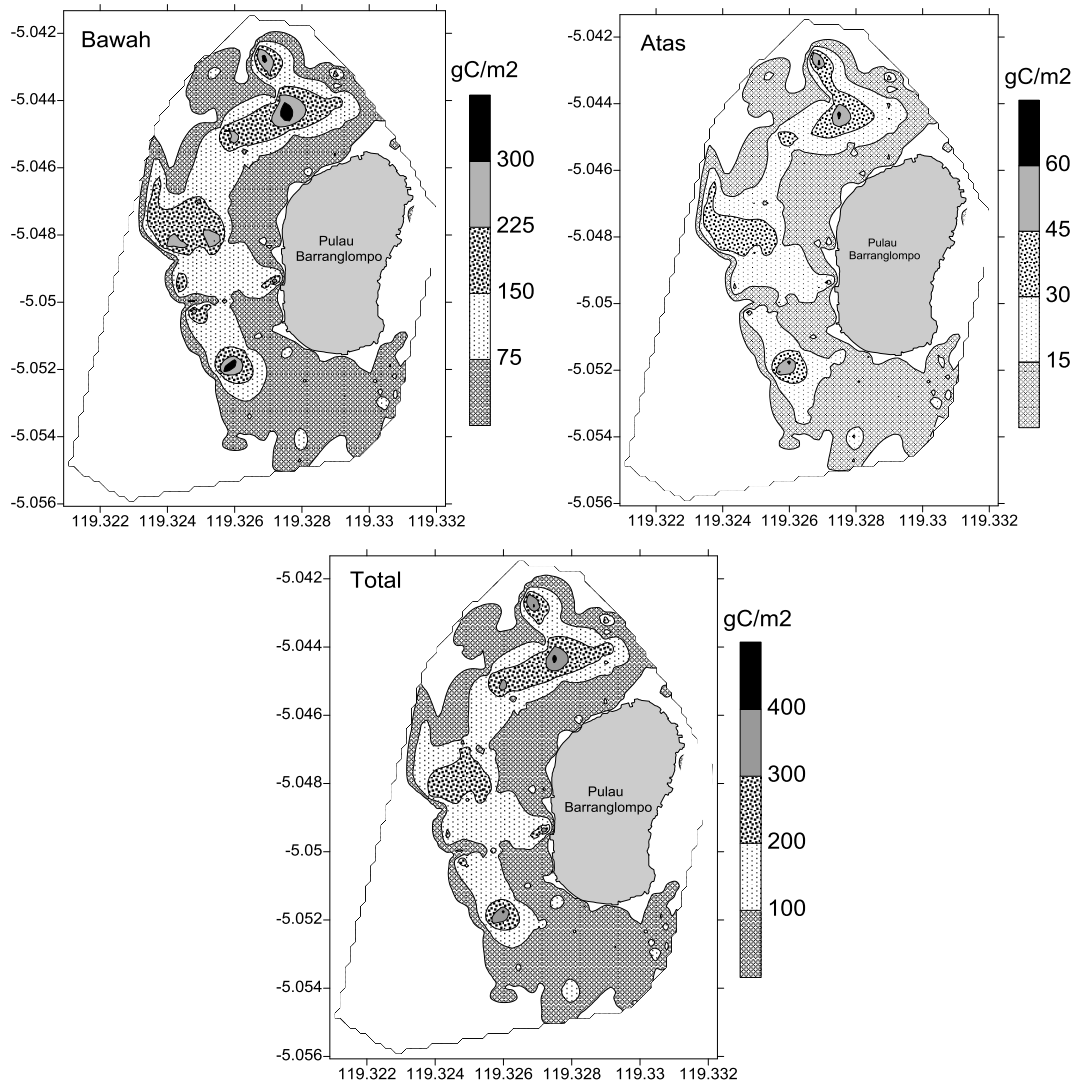
Tabel 4. Simpanan karbon lamun di atas substrat di Pulau Barranglompo

Kategori Kisaran Simpanan Karbon	Luas	Rata-rata Simpanan Karbon (gC/m ²)	Total Simpanan Karbon (ton)
< 15 gC/m ²	35,31	5,001	1,77
15 - < 30 gC/m ²	16,81	27,831	4,68
30 - < 45 gC/m ²	5,27	47,924	2,52
45 - < 60 gC/m ²	0,64	65,344	0,42
≤ 60 gC/m ²	0,02	87,855	0,02
Total	58,048		9,41

Simpanan karbon terbesar di bawah substrat didapatkan pada kategori 75-<150 gC/m² yang mencapai 17,19 ton atau 40,3% total karbon di bawah substrat. Simpanan karbon di atas substrat tertinggi didapatkan pada kategori 15-<30 gC/m² yaitu sebesar 4,68 ton atau 49,73% dari total simpanan karbon di atas substrat (Tabel 3 dan Tabel 4).

Simpanan karbon di bawah substrat *E. acoroides* yang tinggi disebabkan oleh ukuran rhizoma dan akar yang besar, disamping penetrasi akar yang bisa mencapai 40 cm. Salah satu fungsi tingginya penyimpanan biomassa di bawah substrat adalah memperkuat penancapan lamun (Supriadi dan Arifin 2005). Menurut Laffoley dan Grimsditch (2009), jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat, dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Selain itu karbon di bawah substrat merupakan tempat menyimpan hasil fotosintesis yang akan mendukung pertumbuhan lamun jika proses fotosintesis tidak berjalan secara optimal (Alcoverro, *et al.*, 2001). Berkaitan dengan fungsi lamun sebagai *carbon sink*, maka tingginya cadangan karbon di jaringan lamun bagian bawah substrat sangat penting karena merupakan karbon yang terkunci di sedimen. Disamping itu proporsi simpanan karbon di bawah substrat mempertinggi laju penguburan karbon organik di sedimen (Kennedy dan Bjork, 2009).

Simpanan karbon yang rendah, baik pada bagian atas maupun bagian bawah substrat, umumnya ditemukan dari pantai sampai bagian tengah padang lamun, dan pada beberapa bagian lamun yang berdekatan dengan terumbu karang (Gambar 3). Bahkan pada perairan sisi selatan Pulau Barranglompo, simpanan karbon lamun didominasi oleh simpanan karbon yang relatif rendah. Simpanan karbon yang tinggi ditemukan pada beberapa daerah yang relatif sempit di sisi utara dan barat pulau, utamanya bagian tengah atau bagian luar dari padang lamun.



Gambar 3. Sebaran simpanan karbon *E. acoroides* di Pulau Barranglompo

Simpanan karbon mengalami fluktuasi berdasarkan periode sampling. Fluktuasi tersebut lebih jelas terlihat pada simpanan karbon bagian atas substrat (Tabel 5). Simpanan karbon di atas substrat yang rendah ditemukan pada periode I dan III, sementara pada periode II dan IV ditemukan simpanan karbon yang relatif tinggi. Penyebab fluktuasi simpanan karbon lamun pada bagian atas substrat antara lain berkaitan dengan posisinya

yang langsung terpapar oleh beberapa aksi fisik perairan, seperti gelombang dan kekeringan. Rendahnya stok karbon pada periode 1 disebabkan karena banyaknya guguran serasah akibat gelombang yang tinggi. Pada periode 3, padang lamun lebih sering terpapar pada siang hari karena surut yang rendah. Erftemeijer, *et al.* (1993) menemukan biomassa daun *E. acoroides* sangat menurun akibat surut rendah sehingga menyebabkan tingginya frekuensi lamun terpapar. Lamun yang terpapar pada siang hari menyebabkan daun-daun mengering dan akhirnya hanyut ketika terjadi pasang (Supriadi, *et al.*, 2006).

Tabel 5. Simpanan karbon *E. acoroides* berdasarkan periode sampling di Pulau Barranglompo

Periode	Simpanan Karbon (ton)		
	Di Bawah Substrat	Di Atas Substrat	Total
I	40,31	7,83	48,14
II	43,50	11,27	54,76
III	43,11	7,88	50,98
IV	43,69	10,66	54,35
Rata-rata	42,65	9,41	52,06

KESIMPULAN

Rata-rata simpanan karbon lamun *E. acoroides* di Pulau Barranglompo Makassar mencapai 0,90 ton per hektar yang sebagian besar tersimpan pada jaringan di bawah substrat. Fluktuasi simpanan karbon lamun lebih jelas terlihat pada bagian atas substrat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Andi Haerul, Hendra Hasyim, Krisye Pasanea, Hajjah Agustina Fakhirah, Anjelty dan Syamsidar yang telah membantu sampling di lapangan dan analisis sampel di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcoverro T, Manzanera M, Romero J. 2001. Annual metabolic carbon balance of the seagrass *Posidonia oceanica*: The importance of carbohydrate reserves. *Mar Ecol Prog Ser* 211: 105-116.
- Aminudin. 2008. Kajian potensi cadangan karbon pada perusahaan hutan rakyat (Studi kasus: hutan rakyat Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul). Tesis. Bogor: Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- Duarte CM, Kennedy H, Marba N, Hendriks I. 2011. Assessing the capacity of seagrass meadows for carbon burial: current limitations and future strategies. *Ocean Coast Manag.* In press.
- Duarte CM, Middelburg JJ, Caraco N. 2005. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences* 2: 1-8.
- Erftemeijer PLA, Osinga R, Mars AE. 1993. Primary production of seagrass beds in South Sulawesi (Indonesia): a comparison of habitats, method and species. *Aquat Bot* 46: 67-90.
- Kennedy H, Beggins J, C.M. Duarte, J.W. Fourqurean, M. Holmer, N. Marbà, & J.J. Middelburg, 2010. Seagrass sediments as a global carbon sink: Isotopic constraints, *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB4026, doi:10.1029/ 2010GB003848.
- Kennedy H, Bjork M. 2009. Seagrass meadows. Di dalam: Laffoley D, Grimsditch G, editor. *The Management of Natural Coastal Carbon Sinks*. Gland Switzerland: IUCN. hlm. 23-29.
- Kiswara W, Ulumuddin YI. 2009. Peran vegetasi pantai dalam siklus karbon global: mangrove dan lamun sebagai rosot karbon. Workshop Ocean and climate change. Laut sebagai pengendali perubahan iklim: peran laut Indonesia dalam mereduksi percepatan proses pemanasan global. Bogor 4 Agustus 2009.
- Kiswara W. 2010. Studi pendahuluan: potensi padang lamun sebagai karbon rosot dan penyerap karbon di Pulau Pari Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (3): 361-376.
- Laffoley D, Grimsditch G, editor. 2009. *The Management of Natural Coastal Carbon Sinks*. Gland Switzerland: IUCN.
- Lee KS, Park SR, Kim YK. 2007. Effect of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrass: a review. *J Exp Mar Bio Ecol* 350: 144-175.
- Nellemann C, et al. (editor). 2009. Blue carbon: The role of healthy oceans in binding carbon. *A rapid response assessment*. United Nations Environment Programme. Norway.
- Silva J, Sharon Y, Santos R, Beer S. 2009. Measuring seagrass photosynthesis: methods and applications. *Aquat. Biol.* (7): 127-141.
- Sulaeman, Suparto & Eviati. 2005. Petunjuk teknis analisis tanah, tanaman, air dan pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Supriadi. 2012. Stok dan neraca karbon komunitas lamun di Pulau Barranglompo Makassar. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Supriadi, Arifin. 2005. Pertumbuhan, biomassa dan produksi lamun *Enhalus acoroides* di Pulau Bone Batang Makassar. *Protein* 12 (2): 293 – 302
- Supriadi, Soedharma D, Kaswadi RF. 2006. Beberapa aspek pertumbuhan lamun *Enhalus acoroides* (Linn.F) Royle di Pulau Barranglompo Makassar. *Biosfera* : 23 (1) : 1-8.
- Supriadi, Kaswadi RF, Bengen DG, Hutomo M. 2012a. Komunitas lamun di Pulau Barranglompo Makassar: Kondisi dan karakteristik habitat. *Maspari* 4 (2) : 148-158.
- Supriadi, Kaswadi RF, Bengen DG, Hutomo M. 2012b. Produktivitas komunitas lamun di Pulau Barranglompo Makassar. *Akuatika* 3 (2): 159-168.

Ulumuddin YI, Sulistyawati E, Hakim DM, Harto AB. 2005. Korelasi stok karbon dengan karakteristik spektral citra landsat: studi kasus Gunung Papandayan. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV: Pemanfaatan efektif penginderaan jauh untuk peningkatan kesejahteraan bangsa. Surabaya, 14 – 15 September 2005. hlm 269-279.